



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 197 55 250 A 1

⑯ Int. Cl. 6:
H 03 J 5/24
H 03 K 5/26

⑯ Aktenzeichen: 197 55 250.1
⑯ Anmeldetag: 12. 12. 97
⑯ Offenlegungstag: 1. 7. 99

⑯ Anmelder:
Philips Patentverwaltung GmbH, 22335 Hamburg,
DE

⑯ Erfinder:
Giesler, Thomas, Dr.-Ing., 22359 Hamburg, DE; Böh,
Frank, 22419 Hamburg, DE; Tobergte, Wolfgang,
Dr.-Ing., 25469 Halstenbek, DE

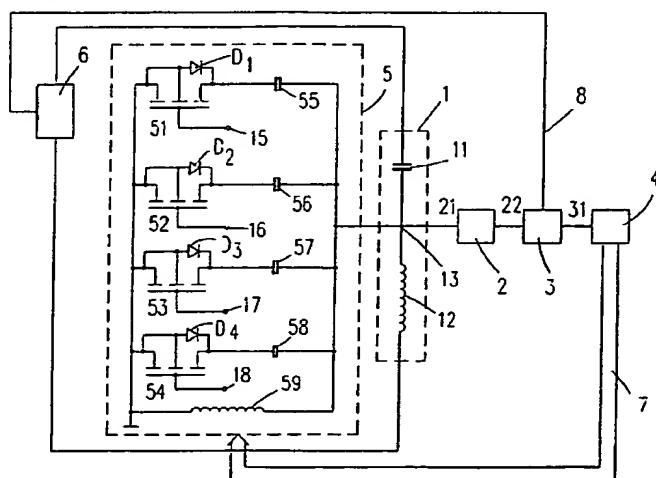
⑯ Entgegenhaltungen:
DE 31 20 196 C2
FR 25 82 170 A1
EP 06 25 832 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Schaltungsanordnung zum Einstellen der Resonanzfrequenz

⑯ Der Einsatzbereich von Identifikationssystemen mit kontaktloser Daten- und Energieübertragung verbreitert sich ständig. Ein Hauptproblem dieser Systeme, die auf kontaktloser Übertragung von Daten und Energie basieren, ist die Abstimmung der Schwingkreise in den Basis- und Transponderstationen. Erst wenn die beteiligten Schwingkreise in ihrer Resonanzfrequenz übereinstimmen, ist die Leistungsfähigkeit dieser Systeme am höchsten. Um diese Leistungsfähigkeit ständig bereitzustellen, ist es zweckmäßig, die Resonanzfrequenz des Antennenschwingkreises der Basisstation zu überprüfen und bei einer Abweichung eine Abstimmung vorzunehmen. Eine Abweichung wird durch eine Phasenverschiebung zwischen zwei Signalen festgestellt, da bei Resonanz zwischen dem Generatorsignal und dem Signal über dem Kondensator des Antennenschwingkreises eine Phasendifferenz von 90° vorliegt. Je nach der Art der Phasenverschiebung werden Kapazitäten parallel zum Antennenschwingkreis geschaltet oder parallelgeschaltete Kapazitäten aus der an den Antennenschwingkreis gekoppelten Abstimmeinheit herausgetrennt.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Einstellen der Resonanzfrequenz gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Systeme, in denen die Resonanzfrequenzen von Lese- und Transponderschwingkreisen abgestimmt werden, sind bereits bekannt. In der EP 0 625 832 A1 wird ein System beschrieben, in dem binär abgestufte Kapazitäten einem Schwingkreis parallelgeschaltet werden. Die Steuerung der Schaltmittel erfolgt durch einen Mikroprozessor. Eine automatische Abstimmseinheit ermittelt die Abweichung der Frequenz des Schwingkreises der Lesestation von der Resonanzfrequenz und gibt diese Information an den Mikroprozessor weiter, der die Schalter für die notwendigen Kapazitäten schließt oder öffnet. Über einen Differenzierer wird festgestellt, ob die Schwingkreisspannung steigt oder sinkt, und danach wird das Maximum dieser Schwingkreisspannung gesucht, welches genau bei der Resonanzfrequenz vorliegt. Nachteilig ist bei den bekannten Schaltungen, daß ein sehr hoher Aufwand betrieben wird, um eine Verstimmung des Schwingkreises festzustellen und nach dieser Feststellung eine Abstimmung des Schwingkreises auf die Resonanzfrequenz vorzunehmen.

Derartige Systeme zur kontaktlosen Daten- und Energieübertragung werden bei Identifikationssystemen eingesetzt. Die höchste Effektivität wird erreicht, wenn der Antennenschwingkreis in einer Basisstation und der Schwingkreis eines Transponders im Bereich der Resonanzfrequenz betrieben werden. Wenn die Schwingkreise der beteiligten Stationen nicht auf etwa die gleiche Resonanzfrequenz getrimmt sind, verschlechtern sich die Koppelverhältnisse, wodurch schon bei einer geringfügigen Verstimmung der Schwingkreise der Abstand, in dem eine sichere Daten- und Energieübertragung möglich ist, beträchtlich abnimmt. Arbeiten die Schwingkreise jedoch im Bereich ihrer gleichen Resonanzfrequenz, ergeben sich aufgrund der Resonanzüberhöhung ideale Koppelverhältnisse, die u. a. einen größeren Abstand der beteiligten Stationen zueinander ermöglichen und mehrere späte genannte Vorteile nach sich ziehen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein System zur kontaktlosen Daten- und Energieübertragung anzugeben, bei dem eine Verstimmung der Resonanzfrequenz des Antennenschwingkreises der Basisstation automatisch erkannt wird und ein automatischer Abgleich auf die Resonanzfrequenz einfach durchführbar ist.

Diese Aufgabe wird erfahrungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Die erfahrungsgemäße Schaltungsanordnung ist Teil einer Basisstation. Diese Basisstationen sind meist fest in Türrahmen, Chassisteile oder Fahrbahnoberflächen eingebaut. Die Abstimmung des Antennenschwingkreises der Basisstation kann anwendungsabhängig in unterschiedlichen Perioden oder ständig erfolgen.

Der Antennenschwingkreis enthält Impedanzen in Form von Induktivitäten und Kapazitäten. Die Verbindung dieser Impedanzen wird als Referenzpunkt bezeichnet, von dem das zu vergleichende Signal abgeleitet wird. Zwischen der Generatorenspannung und der Referenzpunktspannung beispielsweise am Kondensator des Reihenschwingkreises liegt im Resonanzfall eine Phasenverschiebung von genau 90° vor. Diese Phasenverschiebung wird als Kriterium benutzt, um zu entscheiden, ob der Antennenschwingkreis abgestimmt ist oder nicht. Das am Referenzpunkt anliegende sinusförmige Spannungssignal wird in einem Spannungsverstärker zu einer Rechteckspannung gewandelt. Diese wird einem Phasenkomparator zugeführt, der diese Referenzpunktspannung mit der um 90° verschobenen Genera-

torspannung vergleicht. Dabei liegt z. B. am Ausgang des Phasenkomparators ein High-Level an, wenn die Referenzpunktspannung eine positive Phasenverschiebung aufweist, und ein Low-Level, wenn die Referenzpunktspannung eine negative Phasenverschiebung hat. An den Referenzpunkt ist eine Abstimmseinheit angeschlossen. Die Abstimmseinheit enthält Abstimmkapazitäten und eine Abstimminduktivität, und ist zwischen den Referenzpunkt des Antennenschwingkreises und ein Bezugspotential der Schaltung geschaltet. Die Abstimminduktivität ist permanent mit dem Referenzpunkt verbunden, womit durch Parallelschalten der Abstimmkapazitäten eine Verschiebung der Resonanzfrequenz in beide Richtungen erreichbar ist. Der Antennenschwingkreis wird von Vollbrückentreibern angeregt, die sich auf das gleiche Bezugspotential beziehen. Dadurch läßt sich die Schaltspannung für die Schalter einfach generieren. Je nach Signalzustand werden entsprechende Abstimmkapazitäten von der Steuerschaltung mit Schaltern der Abstimmseinheit parallelgeschaltet oder von dieser abgetrennt. Um die Resonanzfrequenz zu verringern, werden Abstimmkapazitäten durch Schließen von Schaltern der Abstimmseinheit parallelgeschaltet, oder durch Öffnen der Schalter von der Schaltung abgetrennt, um die Resonanzfrequenz des Antennenschwingkreises zu erhöhen. Durch diese einfache Schaltung ist es möglich, den Antennenschwingkreis der Basisstation in kurzer Zeit abzustimmen.

Bei Verwendung von Feldeffekttransistoren als Schalter sind über diese Schalter Dioden geschaltet, die bei geöffnetem Schalter nach einmaligem Aufladen des Kondensators eine dauerhafte Sperrung dieses Zweiges bis zum nächsten Schaltsignal für den entsprechenden Schalter sicherstellen.

Die Antennenschwingkreise derartiger Basisstationen sind als Reihenschwingkreise ausgeführt. Eine Realisierung des Antennenschwingkreises als Parallelschwingkreis ist jedoch auch möglich. Hierbei wird der Antennenschwingkreis von einem Strom gespeist und die Phasenverschiebung zwischen diesem und der Schwingkreisspannung ausgewertet.

Vorteile dieses automatischen Resonanzfrequenz-Tuningsystems sind unter anderem die Kompensation von induktiven und kapazitiven Herstellungstoleranzen, wodurch Resonanzfrequenz-Abweichungen des Antennenschwingkreises entstehen. Ebenso werden durch Temperaturschwankungen hervorgerufene Verstimmungen und durch den Einbau des Schwingkreises bedingte Abweichungen aufgehoben. Ein weiterer Vorteil ist die Vermeidung der Null-Modulation. Weiterhin läßt sich durch ständige Abstimmung die Energie, mit der der Antennenschwingkreis betrieben wird, reduzieren. Dadurch können kleinere Treiber und kleinere Spannungsversorgungen eingesetzt werden, wodurch wiederum Wärmeverluste reduziert werden. Für die verwendeten Bauelemente in den Antennen- und Transponderschwingkreisen können höhere Toleranzen zugelassen werden. Letztlich steigt die Entfernung zwischen Basis- und Transponderstation, bei denen eine Daten- und Energieübertragung noch zuverlässig möglich ist. All diese Vorteile reduzieren die Kosten für Betrieb und Herstellung und erhöhen die Funktionssicherheit dieser Systeme.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

60 **Fig. 1** eine Schaltungsanordnung einer Basisstation,
Fig. 2 den Signalverlauf am Phasenkomparator.

Die Schaltungsanordnung in **Fig. 1** umfaßt einen Antennenschwingkreis **1**, einen Spannungskomparator **2**, einen Phasenkomparator **3**, einen Mikroprozessor **4**, eine Abstimmseinheit **5**, die die Schalter **51-54**, Abstimmkapazitäten **55-58**, Abstimminduktivität **59** und Steueranschlüsse **15-18** enthält, Steuerleitungen **7**, Taktleitung **8** und einen Spannungsgenerator **6**.

Der Spannungsgenerator 6 speist den Antennenreihenschwingkreis 1, der aus Kondensator 11 und Spule 12 besteht. Zwischen dem Kondensator 11 und der Spule 12 ist der Referenzpunkt 13 angeordnet, an dem die Referenzpunktspannung anliegt, die dem Spannungskomparator 2 zugeführt wird. Dieser Spannungskomparator 2 führt sein Ausgangssignal 22 dem Phasenkomparator 3 zu. Das Ausgangssignal 31 des Phasenkomparators 3 wird dem Mikroprozessor 4 zugeführt. In diesem ist ein Programm implementiert, welches den Zuständen des Ausgangssignals 31 des Phasenkomparators 3 entsprechend die einzelnen Schalter 51-54 für die notwendigen Abstimmkapazitäten 55-58 in der Abstimmeinheit 5 öffnet oder schließt. Dazu werden Steuerbefehle über die Steuerleitungen 7 an die Steueranschlüsse 15-18 der Schalter 51-54 gesendet.

Die Generatorenspannung ist üblicherweise eine Rechteckspannung. Wenn der Antennenschwingkreis 1 abgestimmt ist, liegt eine absolute Phasendifferenz von 90° zwischen der Generatorenspannung und der Referenzpunktspannung vor. Die Referenzpunktspannung wird dem Spannungskomparator 2 zugeführt, der diese wiederum mit einem Null-Potential vergleicht und in eine Rechteckspannung umwandelt. Diese Rechteckspannung wird dem Phasenkomparator 3 am Eingang zugeführt. Der Phasenkomparator 3 wird durch ein D-Flip-Flop realisiert. Als Taktsignal für den Phasenkomparator wird ein um 90° zur Generatorenspannung verschobenes Signal verwendet, welches zur Referenzpunktspannung im Resonanzfall keine Phasenverschiebung aufweist und dem Phasenkomparator über die Taktleitung 8 zugeführt wird. Der Phasenkomparator 3 vergleicht das Taktsignal mit der Referenzpunktspannung, indem das Eingangssignal zu dem Zeitpunkt an den Ausgang durchgeschaltet wird, wenn das Taktsignal eine positive Flanke aufweist. Eine negative Phasenverschiebung liegt vor, wenn das Eingangssignal 22 seine positive Flanke vor dem Taktsignal hat. Am Ausgang 31 vom Phasenkomparator 3 wird dann ein High-Level ausgegeben. Eine positive Phasenverschiebung liegt vor, wenn die Flanke des Eingangssignals 22 nach der positiven Flanke des Taktsignals auftritt, so dass ein Low-Level am Ausgang 31 ausgegeben wird, da zum Zeitpunkt der positiven Flanke des Taktsignals das Eingangssignal 22 noch auf dem Low-Level war. Dadurch lässt sich einfach feststellen, ob eine Phasenverschiebung zwischen beiden Signalen vorliegt. Die absolute Phasenverschiebung zwischen Generatorenspannung und Referenzpunktspannung ist 90° . Durch die um 90° verschobene Generatorenspannung liegt bei Resonanz keine Phasenverschiebung vor. Bei Verstimmung des Antennenschwingkreises tritt eine relative Abweichung auf, wobei die Art der Verstimmung durch den Phasenkomparator angezeigt wird. Diese Zustände des Ausgangssignals 31 werden vom Mikroprozessor 4 verarbeitet, der daraus die notwendigen Abstimmkapazitäten 55-58 errechnet, um den Antennenschwingkreis 1 mit Steuerbefehlen über die Steuerleitungen 7 zu den Steueranschlüssen 15-18 der Schalter 51-54 auf die Resonanzfrequenz abzustimmen. Bei einer positiven Phasenverschiebung werden Abstimmkapazitäten der Abstimmeinheit dazugeschaltet, um die Resonanzfrequenz zu verringern. Bei einer negativen Phasenverschiebung muss die Resonanzfrequenz erhöht werden, wobei dieses durch Abschalten von Abstimmkapazitäten aus der Abstimmeinheit realisiert wird.

Wenn beispielsweise die Summe der Abstimmkapazitäten (55-58) 40% der Kapazität des Kondensators 11 beträgt und die Abstimminduktivität 59 etwa 20% der Spule 12 hat, werden folgende Toleranzen möglich. Sind alle Schalter 51-54 geöffnet, verschiebt sich die Frequenz um 10% zu höheren Werten. Ist die Hälfte des Wertes der Abstimmkapazitäten 55-58 durch Schließen der entsprechenden Schalter

dazugeschaltet, ist die Impedanz der aktiven Abstimmkapazitäten und der Abstimminduktivität 59 gleich, so dass sich deren Werte kompensieren und die Frequenz unverändert bleibt. Wenn alle Abstimmkapazitäten 55-58 aktiv sind, verringert sich die Frequenz des Antennenschwingkreises der Basisstation um 10%. Durch vier binär gestufte Abstimmkapazitäten 55-58 kann die Resonanzfrequenz um $\pm 10\%$ verändert werden, wobei eine Schrittweite von 1,25% möglich ist. Daraus folgt eine nach der Abstimmung verbleibende maximale Verstimmung des Antennenschwingkreises von 1,25%.

Die Anzahl der Abstimmkapazitäten 55-58 ist in diesem Beispiel auf vier beschränkt. Um eine feinere Abstimmung und eine geringe maximal restliche Verstimmung zu erreichen, kann bei erhöhtem Schaltungsaufwand eine höhere Zahl an Kondensatoren zur Abstimmung des Antennenschwingkreises eingesetzt werden.

Die Verwendung von Feldeffekttransistoren als Schalter 51-54 ist durch das nahezu ideale Schaltverhalten dieser Schalter vorteilhaft. Außerdem ist eine einfache Integration dieser Schalter möglich. Die Dioden D1-D4 sind mit der Anode an Gate und Source der jeweiligen Transistoren 51-54 angeschlossen. Wenn die Schalter 51-54 geöffnet sind, sperren diese Dioden nach dem erstmaligem Aufladen der Kapazitäten den entsprechenden Pfad sicher. Erst wenn ein entsprechender Transistor vom Mikroprozessor einen Befehl zum Schließen bekommt, wird die entsprechende Kapazität wirksam zum Schwingkreis dazugeschaltet. Da jeweils die Source der Transistoren 51-54 nach Masse geschaltet ist, lässt sich eine einfache Steuerspannung generieren, um die Transistoren zu schließen.

Der Mikroprozessor erhält die Zustände des Ausgangssignals 31 vom Phasenkomparator 3. Wenn die Abstimmkapazitäten 55-58 binär gestuft sind, ist eine schrittweise Annäherung an die entsprechende Resonanzfrequenz auf effektivem Wege möglich.

Fig. 2 zeigt die Eingangssignale 70 u. 80 am Phasenkomparator 3 und das dazugehörige Ausgangssignal 60. Der Signalverlauf 70 stellt das Taktsignal am Takteingang des Phasengenerators dar und wird aus der um 90° verschobenen Generatorenspannung generiert. Der Punkt A kennzeichnet jeweils die positive Flanke des Taktsignals. Das Signal 80 stellt den sich ändernden Signalverlauf der Referenzpunktspannung dar. Am Punkt A wird der Wert, den das Signal 80 zu diesem Zeitpunkt hat, an den Ausgang des Phasenkomparators durchgeschaltet. Die Referenzpunktspannung hat an den ersten drei Taktflanken eine negative Phasenverschiebung zum Taktsignal. An der vierten Taktflanke ist die Phasenverschiebung null. Zu diesem Zeitpunkt ist der Antennenschwingkreis abgestimmt. Der Mikroprozessor registriert diese Abstimmung erst bei der nächsten Taktflanke, da das Ausgangssignal des Phasenkomparators in den Low-Level wechselt und somit eine positive Phasenverschiebung anzeigt. Aufgrund dieser Wechsels registriert der Mikroprozessor die Abstimmung des Antennenschwingkreises. Wenn noch kleinere Kapazitätsschritte möglich sind, werden diese eingestellt, ansonsten stellt der Mikroprozessor die vorherige Schalterkombination ein, so dass der Antennenschwingkreis mit der höchstmöglichen Genauigkeit abgestimmt ist.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Einstellen der Resonanzfrequenz eines Schwingkreises auf die Frequenz eines den Schwingkreis anregenden Generatorsignals durch Veränderung der Resonanzfrequenz durch Hinzufügen von Impedanzen in den Schwingkreis oder Abschalten von Impedanzen aus dem Schwingkreis

mittels über eine Steuerschaltung angesteuerte Schalter **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Phasenkomparator ein vom Schwingkreis abgeleitetes Signal und ein Bezugssignal, welches vom Generator abgeleitet ist, vergleicht und daraus ein die Phasenverschiebung zwischen den beiden Signalen angebendes Steuersignal für die Steuerschaltung generiert. 5

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Impedanzen über Schalter mit einem Bezugspotential verbunden sind und den Schaltern Dioden parallelgeschaltet sind. 10

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Schalter Feldeffekttransistoren mit parallel angeordneten Dioden sind. 15

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß für einen Reihen-Schwingkreis der Phasenkomparator ein D-Flip-Flop enthält, welches mit einem um 90° verschobenen Generatorsignal getaktet wird, so daß im Resonanzfall zu dem vom Schwingkreis abgeleiteten Signal keine Phasenverschiebung vorliegt. 20

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß permanent eine Spule an den Schwingkreis gekoppelt ist, der Kapazitäten mit den Schaltern parallelgeschaltet werden. 25

6. Lesegerät zur drahtlosen Daten- und Energieübertragung zu einem damit gekoppelten Datenträger, wobei das Lesegerät einen Schwingkreis, der von einem Generator angeregt wird, und eine Abstimmseinheit enthält, wobei Impedanzen mit Schaltern der Abstimmseinheit parallel schaltbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß ein Phasenkomparator ein vom Generator abgeleitetes Bezugssignal und ein vom Schwingkreis abgeleitetes Signal vergleicht und mit dem Vergleichsergebnis die Abstimmseinheit steuert. 30

35

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

This Page Blank (uspiu)

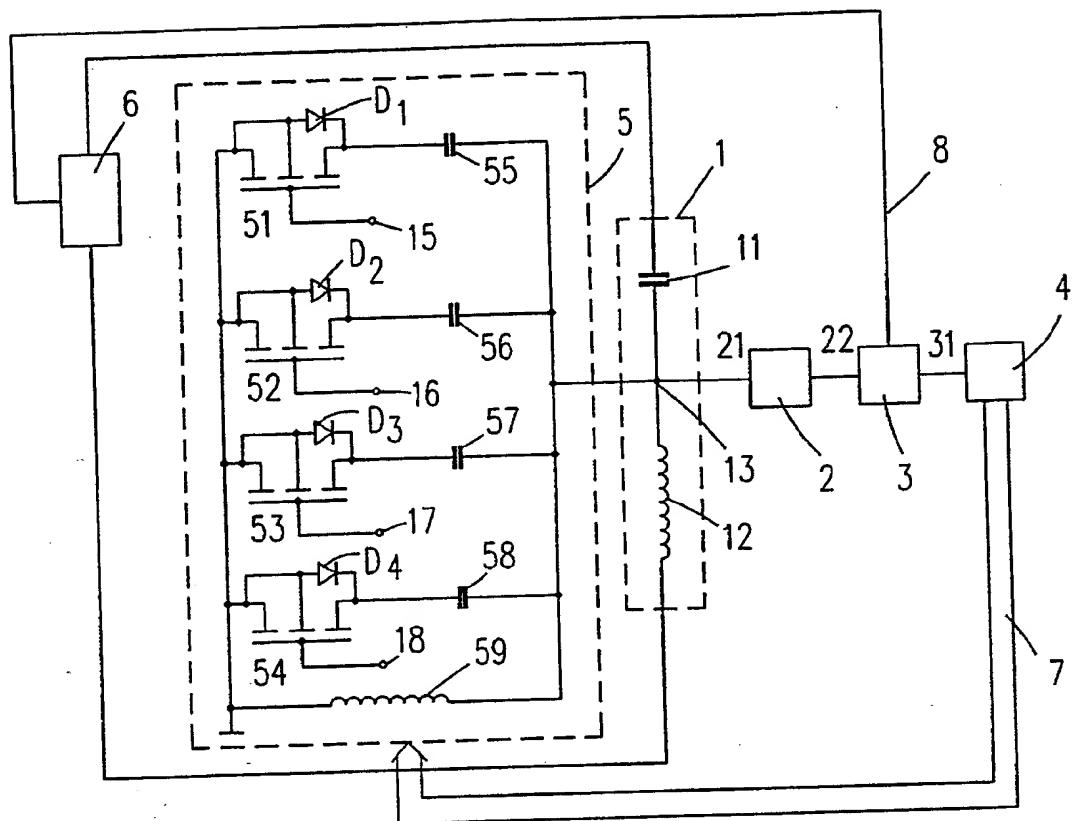


Fig. 1

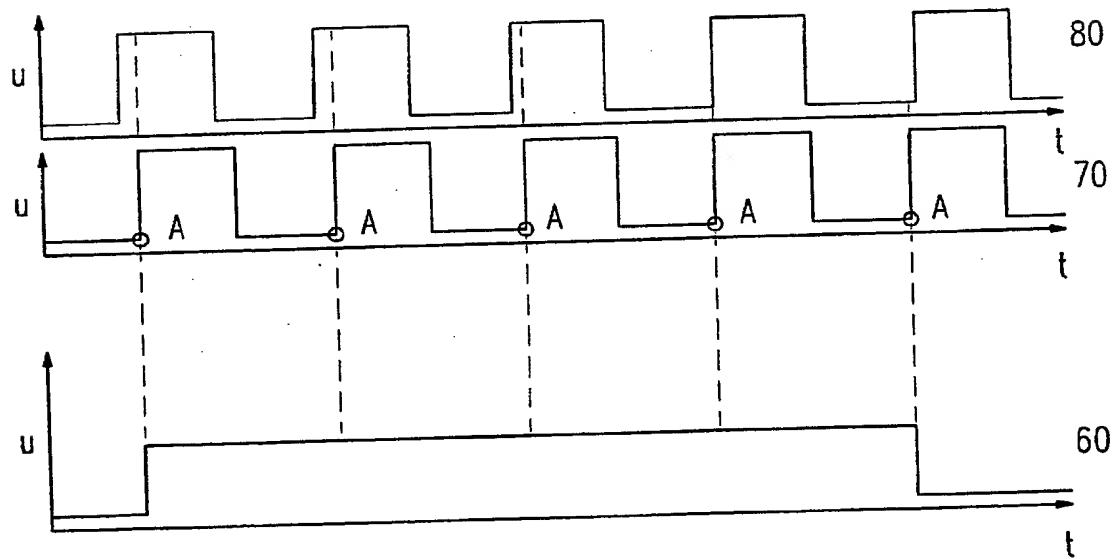


Fig.2

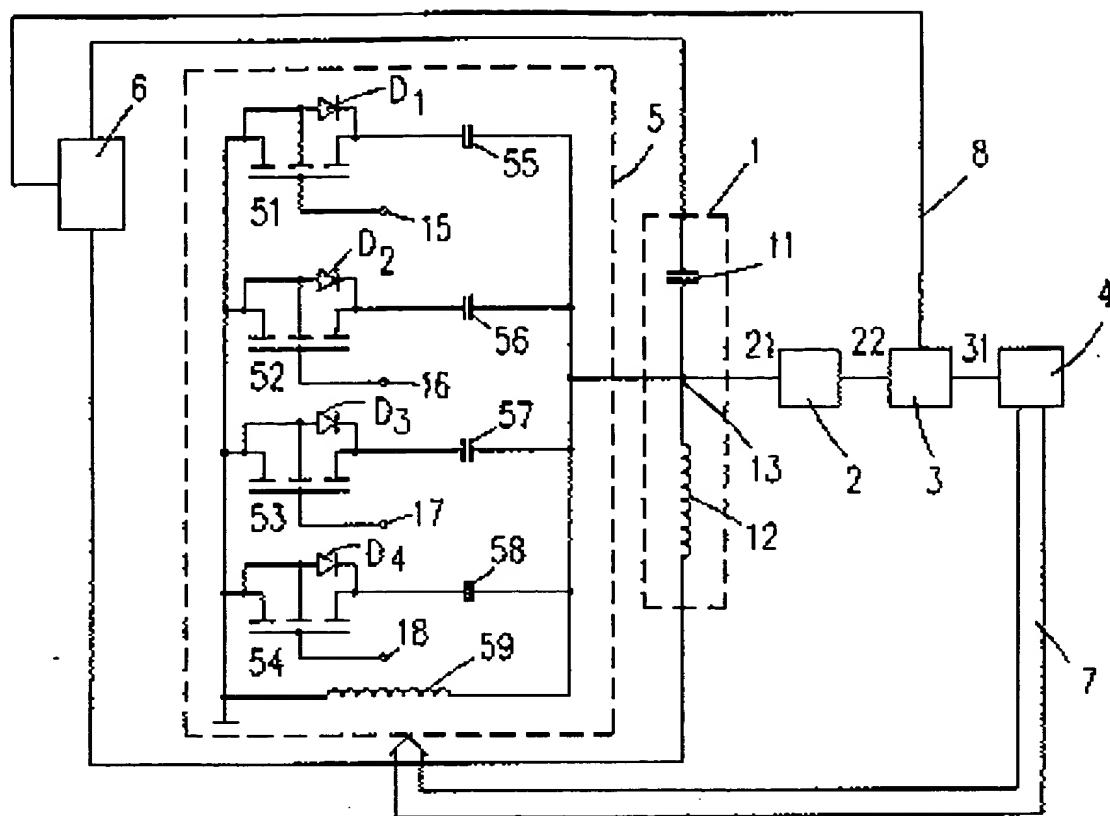


Fig. 1

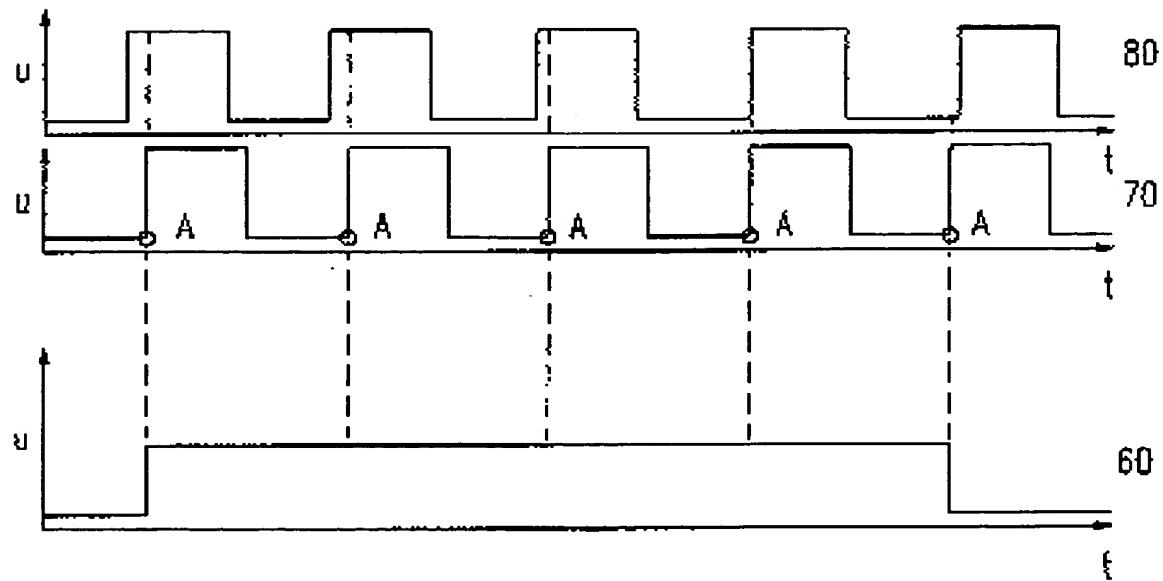


Fig. 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)